

## 日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENTJc813 U.S. PTO  
09/709454  
11/13/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年11月16日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第325437号

出 願 人

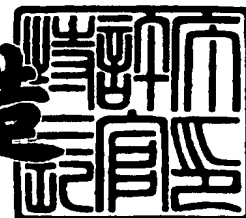
Applicant (s):

株式会社デンソー

2000年10月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3086578

【書類名】 特許願

【整理番号】 P991921

【提出日】 平成11年11月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B24B 37/00

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 松井 正樹

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

    【識別番号】 100068755

    【住所又は居所】 岐阜市大宮町 2 丁目 1 2 番地の 1

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 恩田 博宣

    【電話番号】 058-265-1810

【選任した代理人】

    【識別番号】 100105957

    【住所又は居所】 東京都渋谷区代々木二丁目 1 0 番 4 号 新宿辻ビル 8 階

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 恩田 誠

    【電話番号】 03-5365-3057

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 002956

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908214

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 メカノケミカル研磨方法及びメカノケミカル研磨装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 酸化クロム(III) の粉末を砥粒として用い、被研磨材である半導体ウェハの研磨を行うメカノケミカル研磨方法において、

研磨面に酸化剤が存在する状態で研磨を行うようにしたことを特徴とするメカノケミカル研磨方法。

【請求項 2】 前記酸化剤として、酸化性の薬液を用いたことを特徴とする請求項 1 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 3】 前記酸化性薬液は過酸化水素水であることを特徴とする請求項 2 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 4】 前記酸化剤として、酸化作用のある固体粉末を用いたことを特徴とする請求項 1 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 5】 前記酸化作用のある固体粉末は、二酸化マンガンの粉末と三酸化二マンガンの粉末のうちの少なくともいずれか一方を含むものであることを特徴とする請求項 4 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 6】 前記酸化剤として、少なくとも酸素を含有した気体を用いたことを特徴とする請求項 1 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 7】 前記少なくとも酸素を含有した気体は、酸素ガスと水蒸気の少なくともいずれか一方を含むものであることを特徴とする請求項 6 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 8】 前記酸化性薬液を、滴下によって研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 9】 前記酸化作用のある固体粉末を、半導体ウェハに対し相対運動する部材側に配することにより研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項 4 または 5 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 10】 前記酸化作用のある固体粉末を、滴下する液に分散させることにより研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項 4 または 5 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 1 1】 前記少なくとも酸素を含有した気体を、研磨を行おうとする部位に吹き付けることにより研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 1 2】 前記少なくとも酸素を含有した気体を、半導体ウェハに対し相対運動する部材側から研磨を行おうとする部位に吹き出させることにより研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 1 3】 前記少なくとも酸素を含有した気体の雰囲気下において研磨を行うことにより同気体を研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 1 4】 酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を、滴下する液に分散させて研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 1 5】 酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を、半導体ウェハに対し相対運動する部材側に配することにより研磨面に供給するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 1 6】 前記化学反応の触媒作用のある固体粉末は、二酸化チタンと硫化カドミウムと三酸化二インジウムのうちの少なくとも一つを含むものであることを特徴とする請求項 1 4 または 1 5 に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 1 7】 前記化学反応の触媒作用のある固体粉末に対し光を照射するようにしたことを特徴とする請求項 1 4 ～ 1 6 のいずれか 1 項に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 1 8】 前記半導体ウェハを加熱しながら半導体ウェハの研磨を行うようにしたことを特徴とする請求項 1 ～ 1 7 のいずれか 1 項に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 1 9】 前記半導体ウェハは、炭化珪素ウェハであることを特徴とする請求項 1 ～ 1 8 のいずれか 1 項に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 2 0】 前記半導体ウェハを研磨する加工圧力を、 $0.0098 \sim 0.294 \text{ MPa}$  ( $0.1 \sim 3.0 \text{ kgf/cm}^2$ ) としたことを特徴とする請

求項 1 ～ 1 9 のいずれか 1 項に記載のメカノケミカル研磨方法。

【請求項 2 1】 酸化クロム(III) の粉末を砥粒として用い、被研磨材である半導体ウェハの研磨を行うメカノケミカル研磨装置において、

研磨面に酸化性薬液を供給するための注液器を設けたことを特徴とするメカノケミカル研磨装置。

【請求項 2 2】 酸化クロム(III) の粉末を砥粒として用い、被研磨材である半導体ウェハの研磨を行うメカノケミカル研磨装置において、

半導体ウェハに対し相対運動する部材側に、酸化作用のある固体粉末を配したことを特徴とするメカノケミカル研磨装置。

【請求項 2 3】 酸化クロム(III) の粉末を砥粒として用い、被研磨材である半導体ウェハの研磨を行うメカノケミカル研磨装置において、

研磨面に向かって酸化性気体を吹き付けるガスインジェクタを設けたことを特徴とするメカノケミカル研磨装置。

【請求項 2 4】 酸化クロム(III) の粉末を砥粒として用い、被研磨材である半導体ウェハの研磨を行うメカノケミカル研磨装置において、

研磨面を酸化性気体雰囲気下にするために密閉容器構造としたことを特徴とするメカノケミカル研磨装置。

【請求項 2 5】 酸化クロム(III) の粉末を砥粒として用い、被研磨材である半導体ウェハの研磨を行うメカノケミカル研磨装置において、

半導体ウェハに対し相対運動する部材を通して研磨面に酸化性気体を供給するガス通路を設けたことを特徴とするメカノケミカル研磨装置。

【請求項 2 6】 少なくとも研磨面を加熱する加熱手段を設けたことを特徴とする請求項 2 1 ～ 2 5 のいずれか 1 項に記載のメカノケミカル研磨装置。

【請求項 2 7】 酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を分散した液を研磨面に供給するための注液器を設けたことを特徴とする請求項 2 1 ～ 2 5 のいずれか 1 項に記載のメカノケミカル研磨装置。

【請求項 2 8】 半導体ウェハに対し相対運動する部材に、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を配したことを特徴とする請求項 2 1 ～ 2 5 のいずれか 1 項に記載のメカノケミカル研磨装置。

【請求項 2 9】 前記化学反応の触媒作用のある固体粉末に対し光を照射する光源を設けたことを特徴とする請求項 2 7 または 2 8 に記載のメカノケミカル研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明はメカノケミカル研磨に係り、詳しくは、酸化クロム(III) つまり  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  を砥粒として用いた研磨技術に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

シリコン（以後、 $\text{Si}$ と記す）よりも大きな物性値を持つ炭化珪素（以後、 $\text{SiC}$ と記す）に形成したパワー半導体素子は、 $\text{Si}$ のパワー半導体素子よりも優れた性能を実現できる。詳しくは、広いエネルギーギャップ（ $\text{Si}$ に対して、約 3 倍）によって、高温まで半導体として機能できること、高い絶縁破壊耐圧（1 0 倍）によって、高耐圧化が可能なこと、高い熱伝導率（約 3 倍）によって、放熱性に優れ、さらなる大電流化が図れることがあげられる。具体的には、例えば図 2 2 に示すように、素子を形成する  $\text{SiC}$  ウェハは、高不純物濃度の単結晶  $\text{SiC}$  基板 1 0 0 上に、低不純物濃度の  $\text{SiC}$  層 1 0 1 がエピタキシャル成長で形成されたウェハが使用される。この低濃度層 1 0 1 に縦方向に電流を流すタイプの素子（例えば、 $\text{VDMOS}$ ）1 0 3 が形成される。また、光デバイスの分野では、短波長の発光が可能な材料として  $\text{GaN}$  が研究されているが、 $\text{SiC}$  はサファイアに比べて  $\text{GaN}$  との格子不整合が小さいために、 $\text{SiC}$  ウェハは  $\text{GaN}$  薄膜を形成する下地基板としても注目されている。

【0 0 0 3】

$\text{SiC}$  ウェハは、 $\text{SiC}$  粉末を昇華して種結晶に再結晶化で成長させたバルク単結晶  $\text{SiC}$  を、切断してウェハ形状にした後、その表面（切断面）を鏡面加工する。この面に  $\text{SiC}$  層、あるいは  $\text{GaN}$  層をエピタキシャル成長させるが、結晶性の良いエピタキシャル層を得るためには、無欠陥で、しかも原子レベルで平滑な面であることが要求される。

【0 0 0 4】

S i C の鏡面加工は、ダイヤモンド砥粒で表面を研磨して平滑化する方法が一般的である。これは、S i C (被研磨材料) よりも硬い材料の砥粒 (ダイヤモンド) を使って表面を削る機械的な表面加工方法である。ここで、砥粒径を小さくするほど、表面は平滑になる (面粗度が向上する) が、加工による欠陥 (加工変質層) の発生を抑止することはできない。従って、研磨後にドライエッチングする、または熱酸化で酸化膜を成長させた後にフッ酸でウェットエッチングするなどの加工変質層を除去する工程を研磨の後工程として行わなければならないといった問題があった。

【0 0 0 5】

また、ダイヤモンド砥粒は高価であり、粒径が小さくなるほど、さらに高価になる。さらに、微小な砥粒の中に大きな砥粒が混入していると、面粗度が向上しない、またはひっかき傷が発生して深い欠陥が局所的に発生することがあるため、粒径のそろった高品質なダイヤモンド砥粒を使用しなければならず、やはりこの点でも砥粒は高価になる。また、工程管理 (砥粒径の管理) も難しくなる。このようにダイヤモンド砥粒を使った研磨には問題があった。

【0 0 0 6】

被研磨材料よりも硬度が小さい材料を砥粒とした研磨ならば、加工面にダメージの少ない加工ができるが、直接砥粒が被研磨材料を削る機械的な加工はできない。被研磨材料の表面に機械的に脆い反応生成物 (酸化物、化合物など) を形成して、これを軟質砥粒で剥ぎ取る研磨方法、いわゆるメカノケミカル研磨 (化学的機械研磨 ; CMP) ができればよい。しかし、S i C は化学的に安定な材料であるために、反応生成物の形成が困難である。

【0 0 0 7】

S i C のメカノケミカル研磨の方法については、酸化クロムを砥粒として S i C を研磨する方法が報告されている (M.Kikuchi,Y.Takahashi,T Suga,S Suzuki, and Y Band , "Mechanochemical P lishing of Silicon Carbide Single Crystall with Chromium(III) Oxide Abrasive ", J.Am.Ceram.Soc., 7 5 [1] (1 9 9 2) 1 8 9)。これによると、酸化クロム砥粒を樹脂で固めたディスク (固定



砥粒) 上で SiC をドライポリッシュすることで、残留歪み、ひっかき傷のない研磨 (CMP) が実現できることが報告されている。

【0008】

また、特開平 7-80770 号公報では、遊離砥粒の酸化クロム粉末とポリシング定盤の硬度がマイクロビッカース硬さで 1000~2000 の材料を使用することで、SiC の表面平坦度を良くする方法が提案されている。これらの方法は、被研磨材料と砥粒の接触点におけるメカノケミカル現象で、両者の直接的な固相反応で生じた反応相を砥粒の摩擦作用により除去する研磨方法である。

【0009】

この固相反応を利用した研磨方法は、特公昭 56-23746 号公報で提案された方法であり、前述の “Mechanochemical Polishing of Silicon Carbide Single Crystal with Chromium(III) Oxide Abrasive” と特開平 7-80770 号公報は、被研磨材料が SiC、砥粒が酸化クロムの組み合わせで行われたものである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、固相反応を生じさせるためには、被研磨材料と砥粒の接点において、きわめて高圧で両者を接触させることが重要であると推察される。加工圧力は、前述の “Mechanochemical Polishing of Silicon Carbide Single Crystal with Chromium(III) Oxide Abrasive” では  $0.34 \text{ MPa}$  ( $3.5 \text{ kgf/cm}^2$ )、特開平 7-80770 号公報では、 $900 \text{ kgf/cm}^2$  で実験をしている。高い加工圧力が必要になると、大口径のウェハを研磨するときには、ポリシング定盤にきわめて高い圧力がかかることになる。また、同じポリシング定盤上で複数のウェハを同時に研磨する場合については、さらに高圧がかかることになる。従って、研磨装置には従来にない高い剛性が必要となるといった問題があった。

【0011】

また、加工圧力は、砥粒との接触点であるウェハ表面だけでなく SiC ウェハ全体に加わることになり、結晶歪や欠陥の発生、既存の欠陥の進行、さらには不

均一に力が加わった場合にはウェハが割れるといった問題が生じる。しかし、低い加工圧力では固相反応が起こらない、また反応が生じてその速度、すなわち研磨速度が遅くなり、研磨時間が長くなるといった問題があった。

【 0 0 1 2 】

この発明はこのような背景の元になされたものであり、その目的は、S i Cなどの硬質材料を低い加工圧力でも効率よく研磨することができるメカノケミカル研磨方法及びメカノケミカル研磨装置を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載のメカノケミカル研磨方法によれば、酸化クロム(III) の粉末を砥粒として用いて被研磨材である半導体ウェハの研磨を行う際に、研磨面に酸化剤が存在する。この酸化剤により、研磨能率が促進される。

【 0 0 1 4 】

これは、次の理由によると推測される。酸化クロム砥粒の作用に関して、酸化クロム砥粒は本来、半導体（例えばS i C）の表面に酸化物を形成する触媒として機能しているが、研磨面に配した酸化剤により半導体（例えばS i C）と反応する酸素が増加して反応効率が向上し、それ故、研磨能率の促進が図られるものと考えられる。

【 0 0 1 5 】

このようにして、S i Cなどの硬質材料を低い加工圧力でも効率よく研磨することができる。

ここで、前述の酸化剤として、請求項 2 に記載のように、酸化性の薬液（例えば、請求項 3 に記載のように過酸化水素水）を用いたり、請求項 4 に記載のように、酸化作用のある固体粉末（例えば、請求項 5 に記載のように二酸化マンガンの粉末と三酸化二マンガンの粉末のうちの少なくともいずれか一方を含むもの）を用いたり、請求項 6 に記載のように、少なくとも酸素を含有した気体（例えば、請求項 7 に記載のように酸素ガスと水蒸気の少なくともいずれか一方を含むもの）を用いることができる。

【 0 0 1 6 】

さらに、酸化剤の供給方法として、請求項 8 に記載のように、酸化性薬液を、滴下によって研磨面に供給したり、請求項 9 に記載のように、酸化作用のある固体粉末を、半導体ウェハに対し相対運動する部材側に配することにより研磨面に供給したり、請求項 10 に記載のように、酸化作用のある固体粉末を、滴下する液に分散させることにより研磨面に供給したり、請求項 11 に記載のように、少なくとも酸素を含有した気体を、研磨を行おうとする部位に吹き付けることにより研磨面に供給したり、請求項 12 に記載のように、少なくとも酸素を含有した気体を、半導体ウェハに対し相対運動する部材側から研磨を行おうとする部位に吹き出させることにより研磨面に供給したり、請求項 13 に記載のように、少なくとも酸素を含有した気体の雰囲気下において研磨を行うことにより同気体を研磨面に供給することができる。

## 【0017】

また、請求項 14 に記載のように、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を、滴下する液に分散させて研磨面に供給したり、請求項 15 に記載のように、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を、半導体ウェハに対し相対運動する部材側に配することにより研磨面に供給すると、化学反応を促進させることができる。

## 【0018】

ここで、請求項 16 に記載のように、化学反応の触媒作用のある固体粉末は、二酸化チタンと硫化カドミウムと三酸化二インジウムのうちの少なくとも一つを含むものであるとすることができる。

## 【0019】

さらに、請求項 17 に記載のように、化学反応の触媒作用のある固体粉末に対し光を照射すると、触媒作用を向上させることができる。

また、請求項 18 に記載のように、半導体ウェハを加熱しながら半導体ウェハの研磨を行うと、研磨能率を向上させることができる。

## 【0020】

さらに、請求項 19 に記載のように、半導体ウェハは、炭化珪素ウェハであるとしたり、請求項 20 に記載のように、半導体ウェハを研磨する加工圧力を、0

． 0 0 9 8 ～ 0 . 2 9 4 M P a ( 0 . 1 ～ 3 . 0 k g f / c m <sup>2</sup> ) とすると、実用上好ましいものとなる。

【 0 0 2 1 】

また、メカノケミカル研磨装置として、請求項 2 1 に記載のように、研磨面に酸化性薬液を供給するための注液器を設けたり、請求項 2 2 に記載のように、半導体ウェハに対し相対運動する部材側に、酸化作用のある固体粉末を配したり、請求項 2 3 に記載のように、研磨面に向かって酸化性気体を吹き付けるガスインジェクタを設けたり、請求項 2 4 に記載のように、研磨面を酸化性気体雰囲気下にするために密閉容器構造としたり、請求項 2 5 に記載のように、半導体ウェハに対し相対運動する部材を通して研磨面に酸化性気体を供給するガス通路を設けることにより、より好ましいものとなる。

【 0 0 2 2 】

さらに、請求項 2 6 に記載のように、少なくとも研磨面を加熱する加熱手段を設けたり、請求項 2 7 に記載のように、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を分散した液を研磨面に供給するための注液器を設けたり、請求項 2 8 に記載のように、半導体ウェハに対し相対運動する部材に、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末を配すると、好ましいものとなる。ここで、請求項 2 9 に記載のように、化学反応の触媒作用のある固体粉末に対し光を照射する光源を設けるとよい。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

(第 1 の実施の形態)

以下、この発明を具体化した第 1 の実施の形態を図面に従って説明する。

【 0 0 2 4 】

図 1 には、本実施の形態におけるメカノケミカル研磨装置の概略構成図を示す。

研磨定盤 1 には研磨布 2 が貼り付けられている。この研磨布 2 には、発泡ポリウレタン、不織布、フェルト、スウェード等が使用される。研磨定盤 1 の上方においてウェハ保持用テーブル 3 が配置され、ウェハ保持用テーブル 3 に S i C ウ

ェハ 4 を保持することができるようになっている。また、加工の際には、ウェハ保持用テーブル 3 が研磨布 2 に向かって押し付けられ、S i C ウェハ 4 における研磨する面が所定の加工圧力で押し付けられる。

【 0 0 2 5 】

また、ウェハ保持用テーブル 3 および研磨定盤 1 は回転することができる。

さらに、研磨定盤 1 の上方において注液器（ノズル） 5 が設置され、この注液器 5 から薬液 6 が研磨布 2 上に滴下される。この薬液 6 は、過酸化水素水（酸化性薬液）に酸化クロム(III) の砥粒を分散させたものである。つまり、酸化クロム砥粒と酸化性の薬液を混合して用いている。

【 0 0 2 6 】

このように、酸化クロム(III) の粉末を砥粒として用い、被研磨材である単結晶 S i C ウェハ（半導体ウェハ） 4 を研磨布 2 に押し付けながら研磨を行う際に、研磨布 2 の上に注液器 5 から酸化性の薬液である過酸化水素水を滴下して過酸化水素水を研磨面に供給する機構となっている。これにより、研磨面に過酸化水素水（酸化剤）が存在する状態で研磨を行うことができる。

【 0 0 2 7 】

なお、ウェハ保持用テーブル 3 を研磨定盤 1 に対して揺動させると、ウェハ面内の加工精度が向上するとともに、研磨布の寿命も向上させることができる。

次に、メカノケミカル研磨方法について説明する。

【 0 0 2 8 】

まず、ウェハ保持用テーブル 3 に S i C ウェハ 4 を保持する。そして、研磨する面を研磨定盤 1 に貼り付けられた研磨布 2 に所定の加工圧力で押し付ける。さらに、ウェハ保持用テーブル 3 と研磨定盤 1 を回転させ、研磨布 2 上に薬液（酸化クロム砥粒が分散した過酸化水素水） 6 を滴下しながら研磨する。

【 0 0 2 9 】

この研磨を行う際に研磨面に過酸化水素水（酸化剤）が存在し、この過酸化水素水により研磨能率が促進される。これは、酸化クロム砥粒は S i C の表面に酸化物を形成する触媒として機能し、研磨面に配した過酸化水素水により S i C と反応する酸素が増加して反応効率が向上し、研磨能率の促進が図られるものと考

えられる。このようにして、SiCなどの硬質材料を低い加工圧力でも効率よく研磨することができる。

#### 【0030】

ここで、研磨可能な最低圧力は、研磨布2の種類、酸化クロム砥粒の濃度や粒径、過酸化水素水の濃度や滴下量、さらにはウェハ保持用テーブル3と研磨定盤1の回転数などによって決まる。

#### 【0031】

本発明者の実験では、低い加工圧力 ( $0.34 \text{ kgf/cm}^2$ ) でも30分の研磨で、 $1.20 \text{ nm}$  (中心線平均あらさRa) の面粗度を  $0.43 \text{ nm}$  に平滑化することができた。このときの研磨条件は、発泡ポリウレタンの研磨布、過酸化水素水 (濃度10%) に、 $0.5 \mu\text{m}$  (粒径) の酸化クロム砥粒 (濃度10 wt%) を分散させた研磨液 (滴下量  $5.0 \text{ ミリリットル/分}$ )、及びウェハ保持用テーブルの回転数  $40 \text{ rpm}$ 、研磨定盤の回転数  $40 \text{ rpm}$  の条件で行った。

#### 【0032】

詳しい実験結果を図2～9を用いて説明する。

実験は次のようにして行った。試料として、単結晶SiC (6H-SiC) を用い、このSiCウェハの (0001) Si面を研磨した。研磨条件は、(i) 本実施形態で説明した過酸化水素水 (酸化剤) を滴下しながらのポリッシュと、比較のために、(ii) ドライポリッシュおよび (iii) ウェットポリッシュの三通りである。詳しくは、(i) の過酸化水素水を滴下しながらのポリッシュについては、酸化クロム砥粒 (10 wt%) を過酸化水素水 (濃度10%) に分散させた液を研磨布に滴下して研磨した。(ii) のドライポリッシュについては、酸化クロム砥粒を塗布した研磨布で研磨した。(iii) のウェットポリッシュについては、酸化クロム砥粒を10 wt%で水に分散させた酸化クロム液を研磨布に滴下して研磨した。

#### 【0033】

研磨の評価は、面粗度の時間的変化で行った。つまり、各試料の面粗度の変化を調べた。

また、研磨布は発泡ポリウレタン、酸化クロムは粒径  $0.5 \mu\text{m}$  の砥粒を用い

た。加工圧力は  $3.0 \text{ kgf/cm}^2$  である。研磨前の表面は、研削（＃ 8 0 0 0）で加工した面であり、一定方向にダイヤモンドの砥石が削った凹凸（研削条痕）があった。

#### 【 0 0 3 4 】

図 2 には、前述のドライポリッシュを 1 0 分間行った後の表面状態を示す。このときの面粗度  $R_a$  は  $1.11 \text{ nm}$  であった。同様に、図 3 には、ドライポリッシュを 2 0 分間行った後の表面状態を示す。このときの面粗度  $R_a$  は  $0.80 \text{ nm}$  であった。また、図 4 には、前述のウェットポリッシュを 1 0 分間行った後の表面状態を示す。このときの面粗度  $R_a$  は  $1.15 \text{ nm}$  であった。同様に、図 5 には、ウェットポリッシュを 2 0 分間行った後の表面状態を示す。このときの面粗度  $R_a$  は  $0.92 \text{ nm}$  であった。さらに、図 6 には、前述の過酸化水素水（酸化剤）を滴下しながらのポリッシュを 1 0 分間行った後の表面状態を示す。このときの面粗度  $R_a$  は  $0.73 \text{ nm}$  であった。同様に、図 7 には、過酸化水素水（酸化剤）を滴下しながらのポリッシュを 2 0 分間行った後の表面状態を示す。このときの面粗度  $R_a$  は  $0.57 \text{ nm}$  であった。

#### 【 0 0 3 5 】

このようにして得られたデータをまとめたものを図 8 に示す。図 8 の横軸には研磨時間を取り、縦軸には面粗度をとっている。この面粗度の変化を示す図から、酸化剤を混合した条件（試料）が短い研磨時間で面粗度が向上していることが分かる。また、2 0 分の加工をした段階では、酸化剤を混合した場合のみ、研削条痕が消滅していた。このように、酸化剤を混合することによって、研磨促進の効果が確認できた。

#### 【 0 0 3 6 】

さらに、加工圧力を下げて同様の実験を行った（加工圧力以外はすべて同じ条件で研磨を行った）。具体的には、これまでは  $3.0 \text{ kgf/cm}^2$  であったが、 $0.6 \text{ kgf/cm}^2$  に下げて、ウェットポリッシュ（酸化クロム砥粒を水に 1 0 w t % で分散）と酸化剤混合のポリッシュ（酸化クロム砥粒を過酸化水素水（1 0 %）に 1 0 w t % で分散）を行った。図 9 にはその実験結果（面粗度の変化）を示す。

## 【0037】

この図9と前述の図8とを比較すると、ウェットポリッシュと酸化剤混合のポリッシュとでは加工圧力が低くなると、過酸化水素の有無で研磨能率の差が顕著になることが分かる。つまり、例えば、40分間の研磨を行ったときで比較すると、ウェットポリッシュでは加工圧力 $3.0 \text{ kgf/cm}^2$ の実験（図8）では $Ra \approx 0.6 \text{ nm}$ であるとともに加工圧力 $0.6 \text{ kgf/cm}^2$ の実験（図9）では $Ra \approx 1.2 \text{ nm}$ であるのに対し、酸化剤混合のポリッシュでは図8では $Ra \approx 0.6 \text{ nm}$ であるとともに図9でも $Ra \approx 0.6 \text{ nm}$ であり、ウェットポリッシュ（水に分散）では加工圧力が下がると研磨能率は大幅に低下するが、酸化剤として過酸化水素を混合したポリッシュについては研磨能率の低下が小さいことが分かる。

## 【0038】

また、データの図示は行わないが、酸化剤混合のポリッシュ条件で、さらに加工圧力を低く（ $0.34 \text{ kgf/cm}^2$ ）して実験を行ったが、30分の研磨時間で面粗度は $Ra$ が $1.20 \text{ nm}$ から $0.43 \text{ nm}$ まで低減した。

## 【0039】

このようなことから、酸化剤として過酸化水素を混合することで、加工圧力を低くしても研磨能率の低下は小さいことが分かる。

以上のような考察および実験結果から、酸化クロム（ $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ）を砥粒にして研磨する際に、酸化クロム砥粒と酸化剤を混合することによって、低い加工圧力で、容易に、効率よくSiCウェハを研磨することができる。より好ましくは、ウェハを研磨する加工圧力を、 $0.0098 \sim 0.294 \text{ MPa}$ （ $0.1 \sim 3.0 \text{ kgf/cm}^2$ ）とするとよい。

## 【0040】

なお、酸化クロムが同量ならば、酸化クロムの砥粒径が小さくなるほど、その表面積が大きくなるために研磨能率は向上し、面粗度も向上する。従って、砥粒径は $5 \mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

## 【0041】

本実施形態の応用例として、次のように実施してもよい。



図 1 0 に示すように、酸化クロム砥粒 1 1 を塗布した研磨布 2 に対し、過酸化水素水（薬液 1 0）を滴下して研磨しても同様の効果が得られる。

【 0 0 4 2 】

また、図 1 1 に示すように、酸化クロム砥粒 2 1 を塗布した研磨布 2 に対し、過酸化水素水に酸化クロム砥粒を分散した薬液 2 0 を滴下しながら研磨してもよい。こうすると、研磨面と接触する砥粒が増加することから、研磨能率はさらに向上する。

【 0 0 4 3 】

また、研磨布に限らず、酸化クロム砥粒と酸化剤を保持できるならば、金属、セラミックでもよい。具体的には、金属としては、錫、鉛、アルミニウム、ステンレス、銅などを挙げることができる。

【 0 0 4 4 】

また、研磨布の代わりに、図 1 2 に示すように、ポリエステルフィルム基材 3 1 上に樹脂接着剤で均一に酸化クロム粒子 3 2 を塗布したラッピングフィルム 3 0 でもよく、さらには、酸化クロム砥粒を樹脂で固めたディスクでもよい。ここで、ラッピングフィルム 3 0 のような固定砥粒の場合は、遊離砥粒と異なり、砥粒が凝集することがないため、粒径のそろった砥粒による研磨が可能となる。また、ラッピングフィルム 3 0 は目詰まりしやすいことを考慮して、過酸化水素水（薬液）を高圧でフィルム 3 0 に吹き付けて研磨屑を除去して目詰まりを防止することも有効である。あるいは、図 1 2 に示すように、ラッピングフィルム 3 0 に圧力をかけて、一定速度でフィルム 3 0 を送り出しながら S i C ウェハ 3 5 を研磨する場合において（テープ研磨法において）、ラッピングフィルム 3 0 に注液器（ノズル） 3 6 から過酸化水素水（薬液） 3 7 を滴下しながら研磨することは目詰まりを防止することになる。

【 0 0 4 5 】

また、図 1 3 に示すように、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末、具体的には二酸化チタン（ $TiO_2$ ）を滴下する液に分散させて研磨面に供給してもよい（薬液 4 0 として滴下してもよい）。つまり、 $TiO_2$  粉末を過酸化水素水中に混合し、この液（酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用

のある固体粉末を分散した液)を注液器 5 から研磨面に供給する。 $\text{TiO}_2$  粉末を研磨面に供給することに関して、これを後記する第 2 や第 3 の実施の形態において行うようにしてもよい。なお、酸化クロム粉末以外の  $\text{SiC}$  表面に反応生成物を形成する化学反応を促進するための触媒として、二酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) 以外にも、硫化カドミウム ( $\text{CdS}$ )、三酸化二インジウム ( $\text{In}_2\text{O}_3$ )、二酸化ジルコニア ( $\text{ZrO}_2$ )、三酸化二アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) の粉末を用いてもよい。

## 【0046】

あるいは、酸化クロム粉末以外の化学反応の触媒作用のある固体粉末 ( $\text{TiO}_2$  粉末等) を研磨布 2 に塗布して ( $\text{SiC}$  ウェハ 4 に対し相対運動する部材側に配することにより)、研磨面に供給してもよい。

## 【0047】

ここで、このような  $\text{TiO}_2$  粉末等を用いる場合、さらに触媒機能を高めるために (触媒作用を向上させるために)、図 13 に示すように、光源 42, 43, 44 を用いて、化学反応の触媒作用のある固体粉末 ( $\text{TiO}_2$  粉末等) に対し光を照射するとよい。詳しくは、光源 43 を用いて光を研磨布 2 に当てながら研磨したり、光源 42, 44 を用いて  $\text{SiC}$  ウェハ 4 の研磨面に光を当てながら研磨してもよい。

## (第 2 の実施の形態)

次に、第 2 の実施の形態を、第 1 の実施の形態との相違点を中心に説明する。

## 【0048】

図 14 には、本実施の形態におけるメカノケミカル研磨装置の概略構成図を示す。

本装置においては、研磨布 2 上に塗布する砥粒 50 として、酸化クロムと、酸化作用のある固体粉末を混合したものを使用している。つまり、酸化剤として酸化作用のある固体粉末、具体的には二酸化マンガン ( $\text{MnO}_2$ ) の粉末を用い、この粉末を、研磨布 2 ( $\text{SiC}$  ウェハ 4 に対し相対運動する部材側) に配することにより研磨面に供給する機構となっている。

## 【0049】

研磨手順としては、研磨布 2 上に、酸化クロム砥粒と二酸化マンガ ( $\text{MnO}_2$ ) の粉末を砥粒 5 0 として塗布した状態で、 $\text{SiC}$  ウェハ 4 を研磨する。ここで、二酸化マンガは酸化作用があるため、 $\text{SiC}$  と反応して  $\text{SiC}$  表面に酸化物を形成するが、酸化クロム砥粒はその触媒として酸化反応を促進するとともに、形成された酸化物を除去する研磨砥粒として機能する。これによって、研磨能率が向上し、低い加工圧力でも研磨が可能となる。

## 【 0 0 5 0 】

本実施形態の応用例として、次のように実施してもよい。

図 1 5 に示すように、酸化クロム砥粒と二酸化マンガ ( $\text{MnO}_2$ ) の粉末を砥粒 5 0 として研磨布 2 上に塗布するとともに、注液器 5 1 から過酸化水素水 (薬液 5 2) を滴下してもよい。こうすると、酸化効率 (研磨能率) を高めることができる。また、この場合、 $\text{MnO}_2$  と過酸化水素が反応して酸素が生成し、さらに効率がよくなる。ここで、薬液 5 2 として、過酸化水素水に酸化クロム砥粒を分散させたものを用いてもよい。

## 【 0 0 5 1 】

また、この図 1 5 において、薬液 5 2 として、分散媒 (例えば、水) に二酸化マンガ ( $\text{MnO}_2$ ) の粉末を分散させたものを用いてもよい。つまり、酸化作用のある固体粉末 ( $\text{MnO}_2$ ) を、滴下する液に分散させることにより研磨面に供給するようにしてもよい。

## 【 0 0 5 2 】

また、酸化作用のある粉末としては、二酸化マンガ ( $\text{MnO}_2$ ) の粉末の他に三酸化二マンガ ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ) の粉末、あるいは  $\text{MnO}_2$  の粉末と  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  の粉末の混合物を用いてもよい。

## 【 0 0 5 3 】

また、ラッピングフィルム (図 1 2 参照) を使用する場合は、酸化クロム砥粒が固着されたフィルム上に酸化作用のある固体粉末を塗布したり、あるいは酸化クロム砥粒と酸化作用のある固体粉末を混合してフィルム上に固着してもよい。このとき使用する酸化作用のある固体粉末としては、 $\text{BaCO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$  等を挙げることができ

る。

(第 3 の実施の形態)

次に、第 3 の実施の形態を、第 1 の実施の形態との相違点を中心に説明する。

【0 0 5 4】

本実施の形態では、酸化剤として、少なくとも酸素を含有した気体、具体的には酸素ガスを用いている。

装置の構成としては、図 1 6 に示すように、研磨面を酸化性気体雰囲気下にするために密閉容器構造を採用している。詳しくは、酸素雰囲気作成用チャンバ 6 0 内に研磨定盤 1、研磨布 2、ウェハ保持用テーブル 3 を配置している。チャンバ 6 0 内は酸素雰囲気下となっており、この酸素雰囲気下において研磨を行うことにより酸素ガスを研磨面に供給するようにしている。

【0 0 5 5】

研磨手順としては、ウェハ保持用テーブル 3 に Si C ウェハ 4 をセットした後、チャンバ 6 0 内を酸素雰囲気にする。そして、酸素雰囲気中で研磨を行う。つまり、酸化クロム砥粒 6 1 を塗布した研磨布 2 上で Si C ウェハ 4 を研磨する。このとき、Si C ウェハ 4 と研磨布 2 の接触面に酸素が供給される。

【0 0 5 6】

図 1 6 に代わる装置として、図 1 7 に示すように、ガスインジェクタ 7 0 から酸素ガスを研磨を行おうとする部位（研磨面）に向かって吹き付けて酸素ガスを研磨面に供給してもよい。詳しくは、Si C ウェハ 4 と接触する直前の研磨布 2（研磨布 2 における Si C ウェハ 4 に対し上流側となる部位）に、酸素ガス噴射用ガスインジェクタ 7 0 から酸素ガスを吹き付ける。

【0 0 5 7】

さらに、図 1 6 に代わる装置として、図 1 8 に示すように、研磨定盤 1 に酸素ガス供給通路 8 0 を設ける。つまり、Si C ウェハ 4 に対し相対運動する部材を通して研磨面に酸化性気体を供給するガス通路 8 0 を設ける。そして、この通路 8 0 を通して酸素ガスを研磨布 2 の裏面側（Si C ウェハ 4 に対し相対運動する部材側）から研磨布 2 の表面での研磨を行おうとする部位に吹き出させる。

【0 0 5 8】

より詳しくは、図 1 8 の構成とする場合（研磨布 2 の裏面から酸素を供給する場合）、研磨定盤 1 にガス通路 8 0 を設けることに加え、研磨布 2 にはガス通過用の微小な穴を有するものを選択する。例えば、独立発泡体のポリウレタン材の研磨布は発泡部が大きければ既に表から裏に貫通する孔が形成されており、また、連続発泡体の不織布材の研磨布は酸素を通過させることが可能である。

## 【 0 0 5 9 】

なお、供給する気体、つまり、少なくとも酸素を含有した気体は、酸素ガスの他に、水蒸気などの酸素を含有した他の気体を用いることができる。

また、図 1 9 に示すように、フィルム基材 3 1 上に樹脂接着剤で均一に酸化クロム粒子 3 2 を塗布したラッピングフィルム 3 0 上で S i C ウェハ 3 5 を研磨する際に、ガスインジェクタ 7 0 から酸素ガス（広義には酸素を含有した気体）を吹き付けるようにすると、目詰まりを防止することができる。

## 【 0 0 6 0 】

また、図 2 0 に示すように、反応を促進するために（研磨能率を向上させるべく）、S i C ウェハ 4 を加熱しながら S i C ウェハ 4 の研磨を行ってもよく、図 2 0 では、ヒータ 9 0, 9 1 を用いて S i C ウェハ 4 を加熱している。あるいは、図 2 1 に示すように、研磨布 2（研磨定盤 1）の端で S i C ウェハ 4 を一部はみ出させて研磨することとし、このはみ出した領域 4 a に光源 9 5 から赤外光を当てて加熱するようにしてもよい。このとき、テーブル 3（S i C ウェハ 4）を揺動させるとよい。

## 【 0 0 6 1 】

このように、少なくとも研磨面を加熱する加熱手段 9 0, 9 1, 9 5 を設けてもよい。これは、前述の第 1 の実施形態や第 2 の実施形態において実施することもできる。

## 【 0 0 6 2 】

または、酸化クロム砥粒と酸化剤が保持された研磨布、金属、セラミック、酸化クロム粒子を塗布したラッピングフィルム、あるいは酸化クロム砥粒を樹脂で固めたディスクを加熱することによって研磨能率を高めてもよい（向上させてもよい）。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施の形態におけるメカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図 2】 研磨面の面粗度の時間的変化を示す図。

【図 3】 研磨面の面粗度の時間的変化を示す図。

【図 4】 研磨面の面粗度の時間的変化を示す図。

【図 5】 研磨面の面粗度の時間的変化を示す図。

【図 6】 研磨面の面粗度の時間的変化を示す図。

【図 7】 研磨面の面粗度の時間的変化を示す図。

【図 8】 研磨時間に対する面粗度を示す図。

【図 9】 研磨時間に対する面粗度を示す図。

【図 1 0】 メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図 1 1】 メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図 1 2】 メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図 1 3】 メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図 1 4】 第 2 の実施の形態におけるメカノケミカル研磨装置の概略構成図

【図 1 5】 メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図 1 6】 第 3 の実施の形態におけるメカノケミカル研磨装置の概略構成図

【図 1 7】 メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図 1 8】 メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図 1 9】 メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図 2 0】 メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図 2 1】 メカノケミカル研磨装置の概略構成図。

【図 2 2】 半導体装置の断面図。

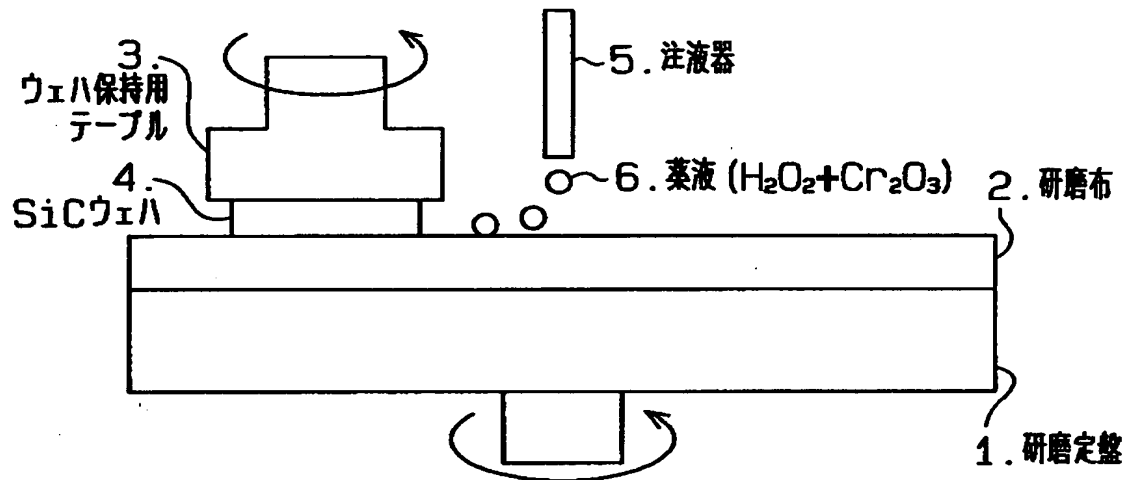
【符号の説明】

1 … 研磨定盤、 2 … 研磨布、 3 … ウェハ保持用テーブル、 4 … SiC ウェハ、  
5 … 注液器、 6 … 薬液（過酸化水素水＋酸化クロム砥粒）、 1 1 … 酸化クロム砥  
粒、 4 2, 4 3, 4 4 … 光源、 5 0 … 二酸化マンガニ砥粒、 5 1 … 注液器、 5 2

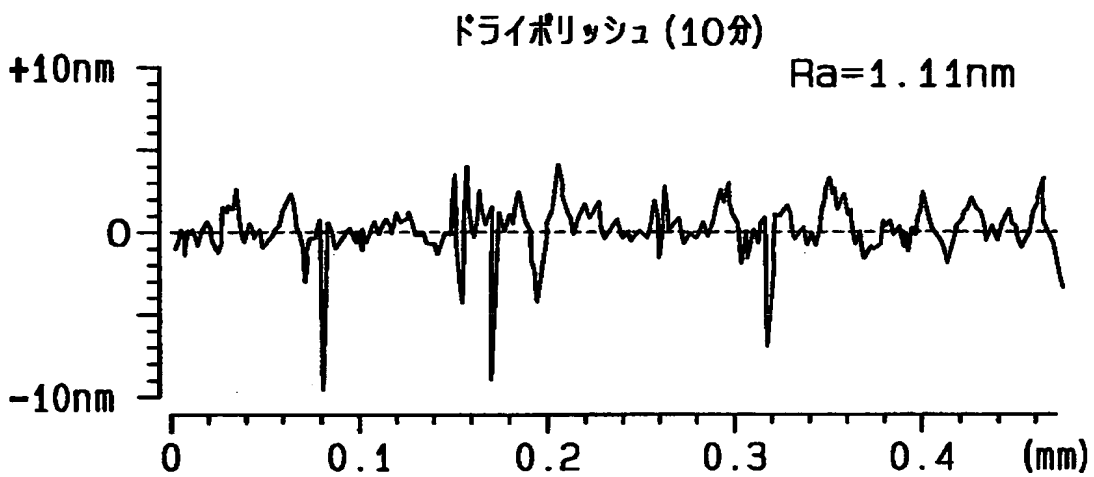
…薬液、60…チャンバ、70…ガスインジェクタ、80…通路、90, 91…  
ヒータ、95…光源。

【書類名】 図面

【図 1】

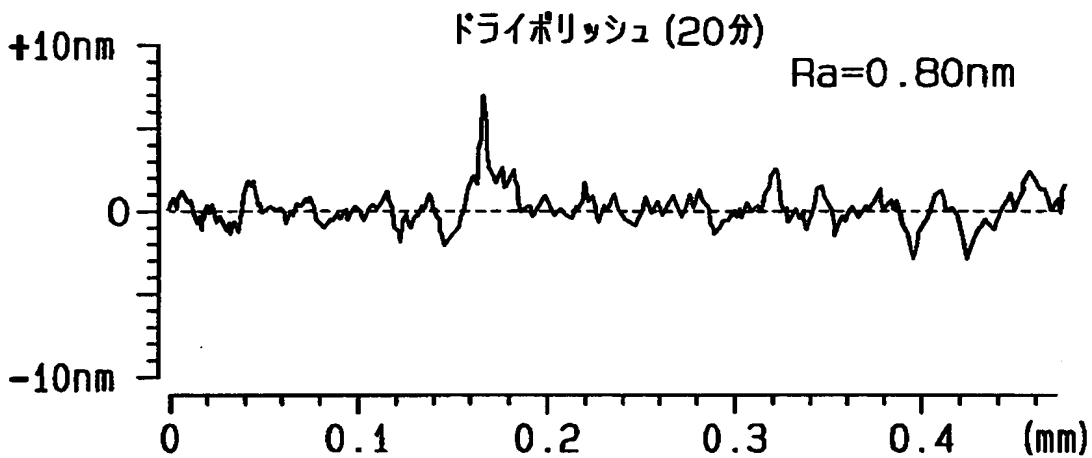


【図 2】

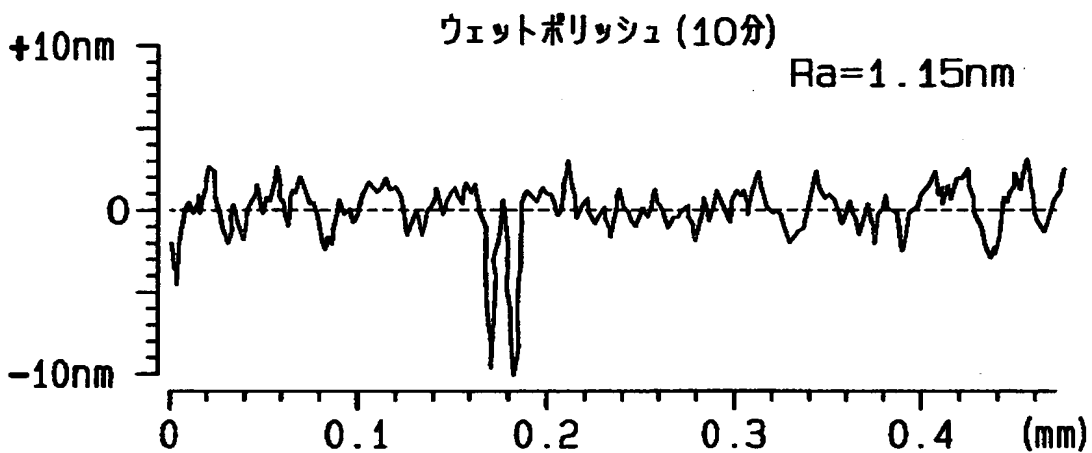




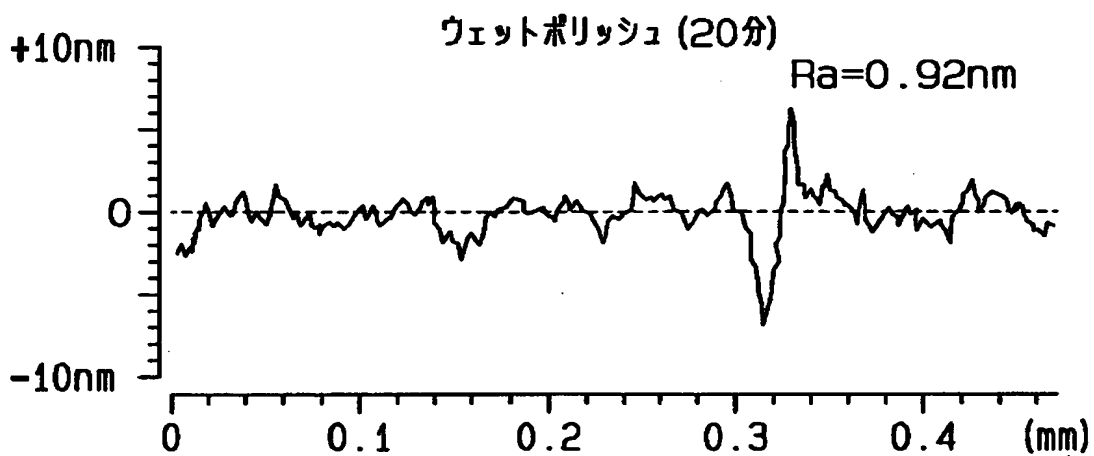
【図 3】



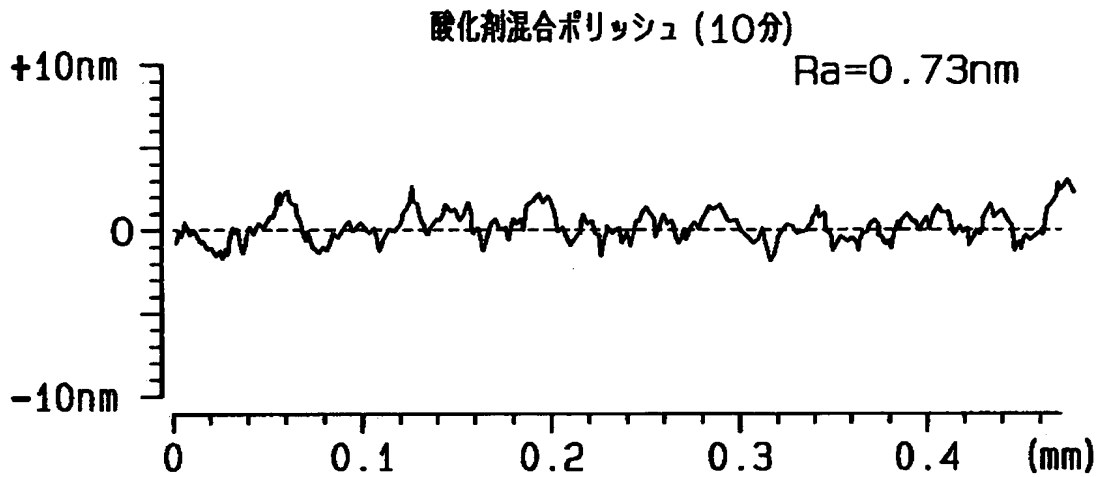
【図 4】



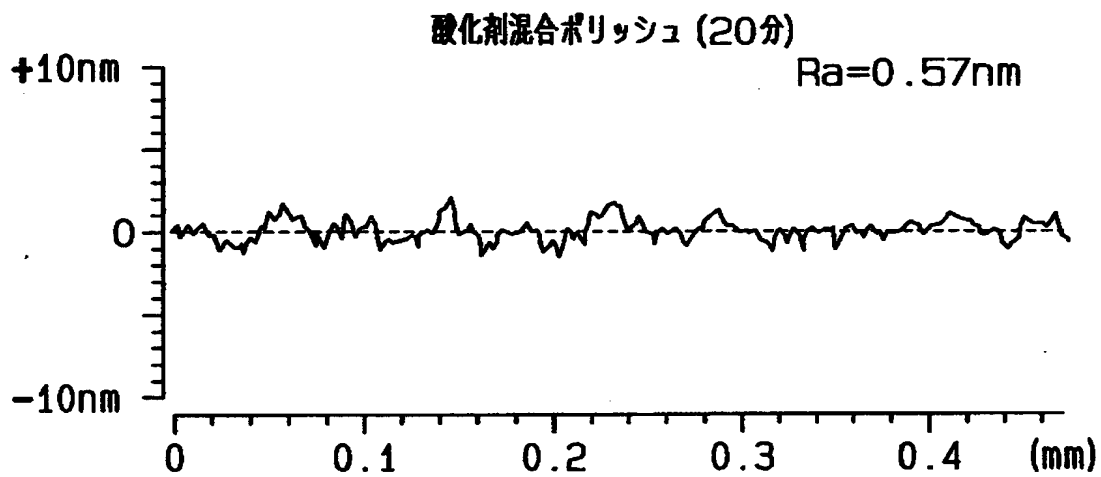
【図 5】



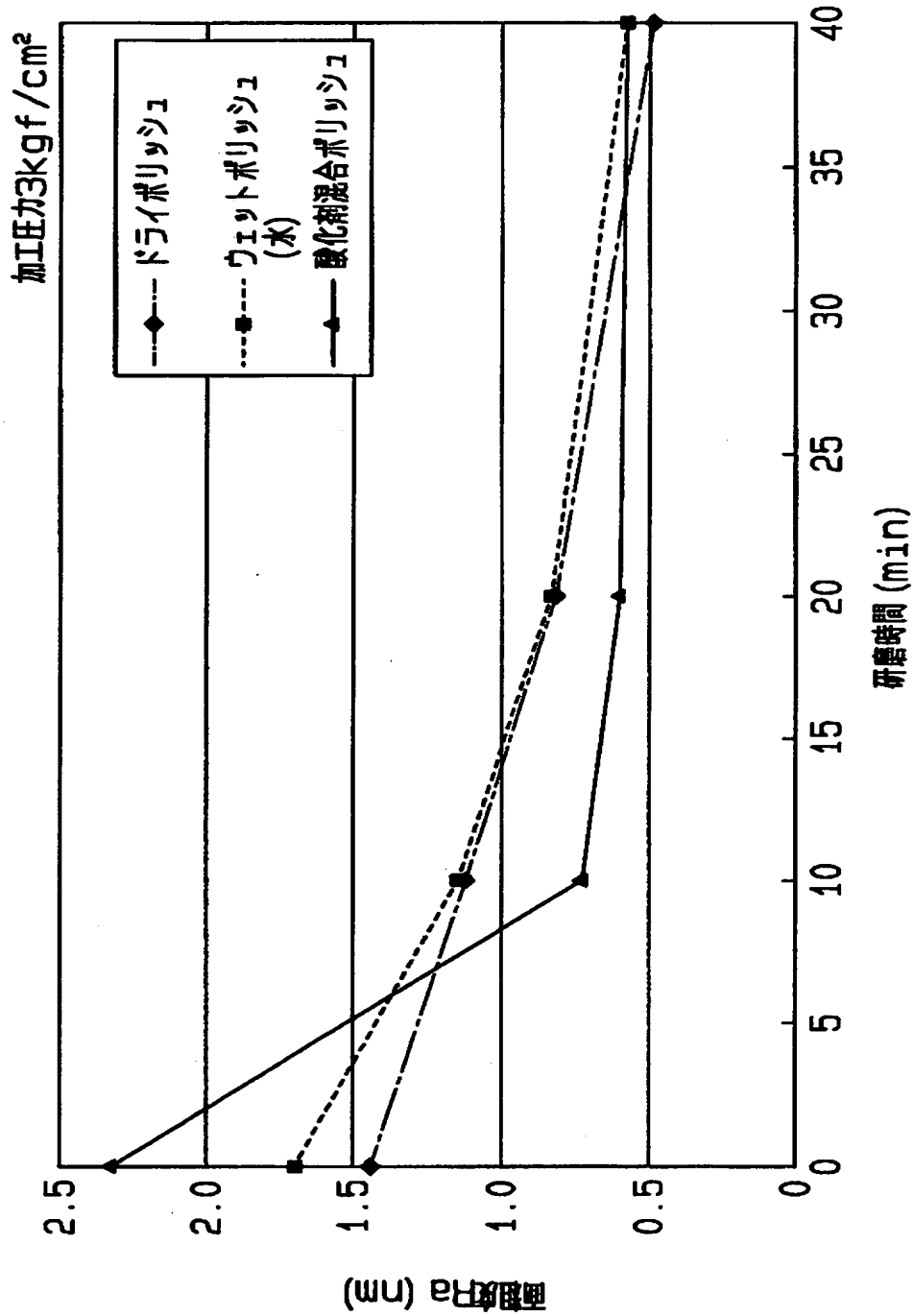
【図 6】



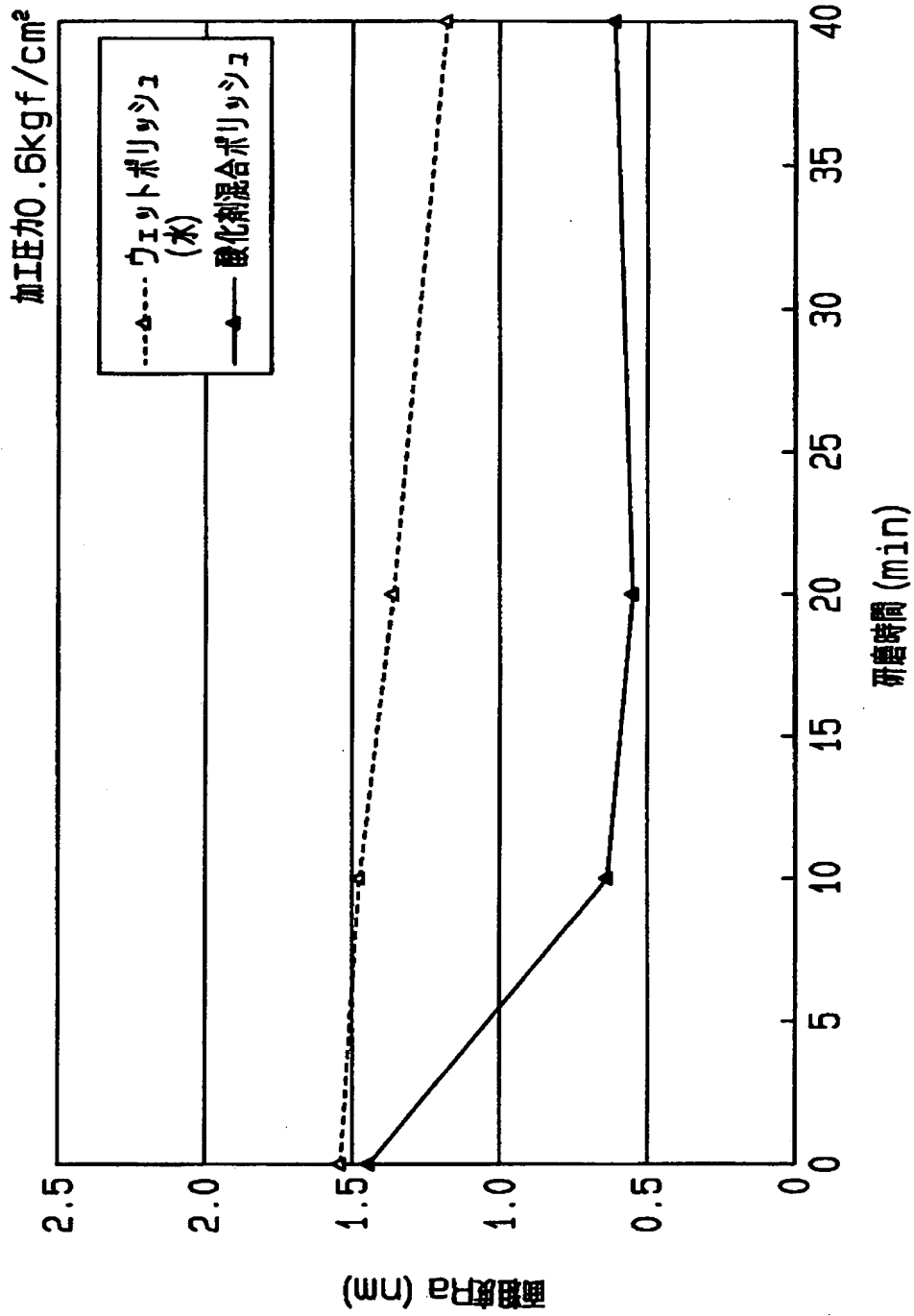
【図 7】



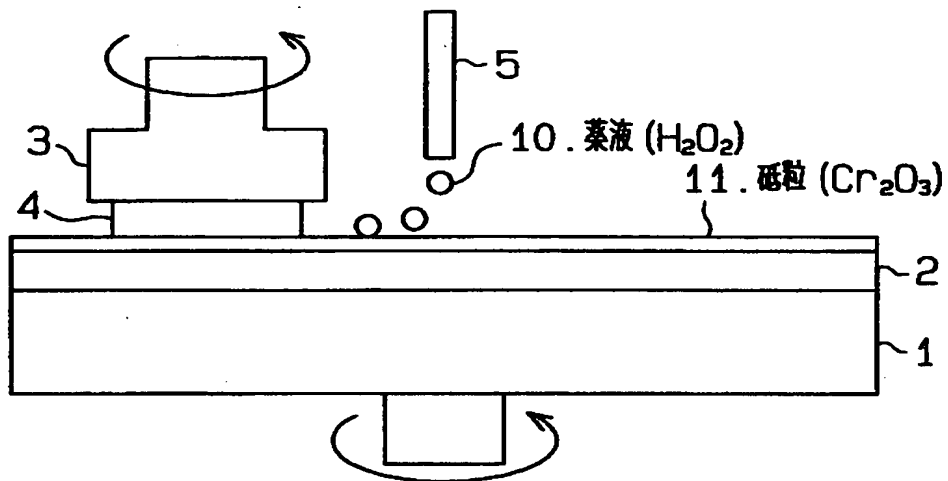
【図 8】



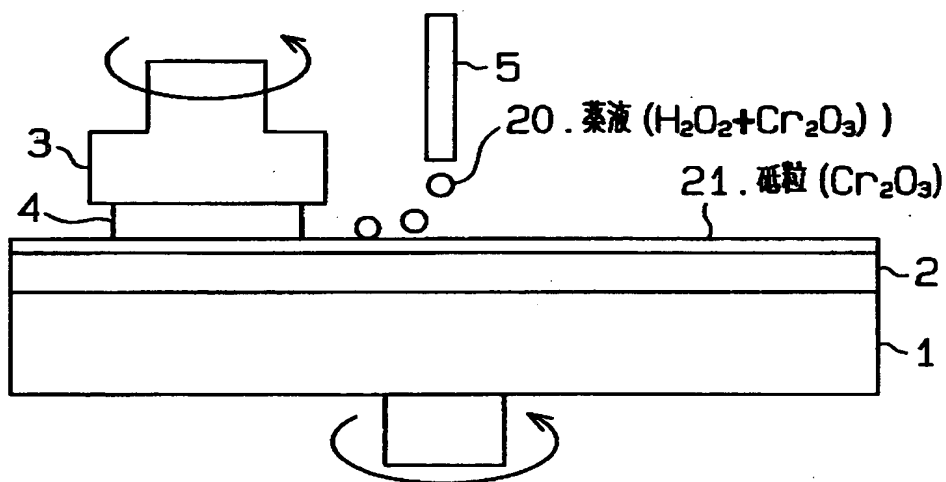
【図 9】



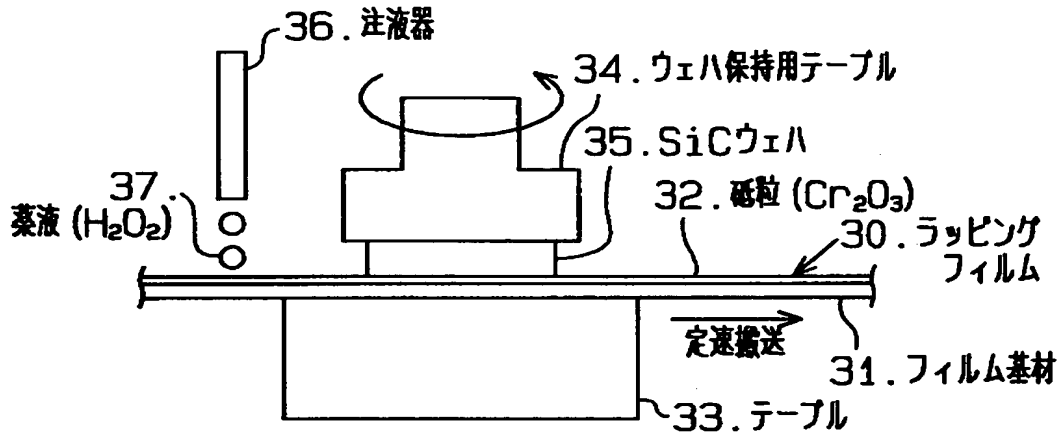
【図 1 0】



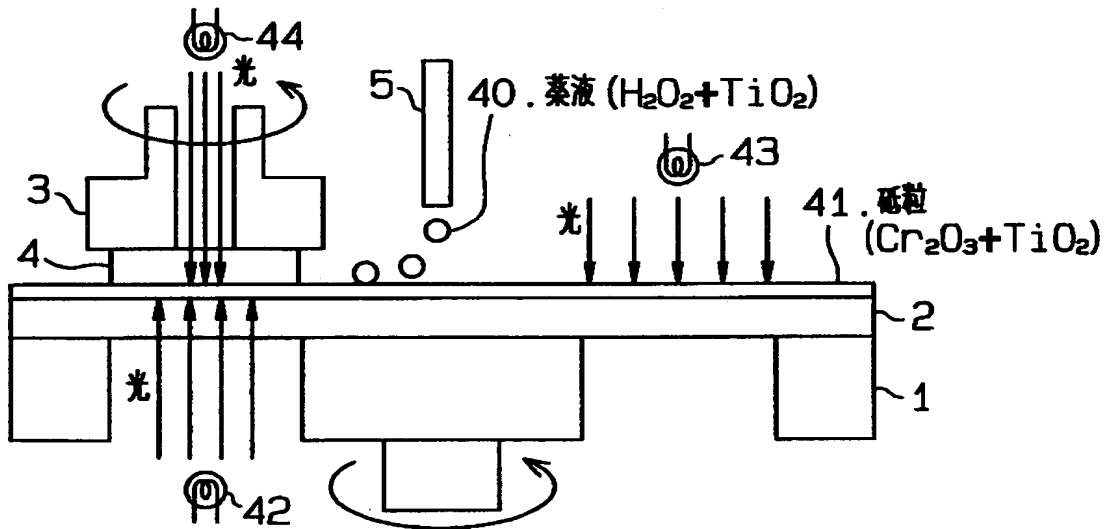
【図 1 1】



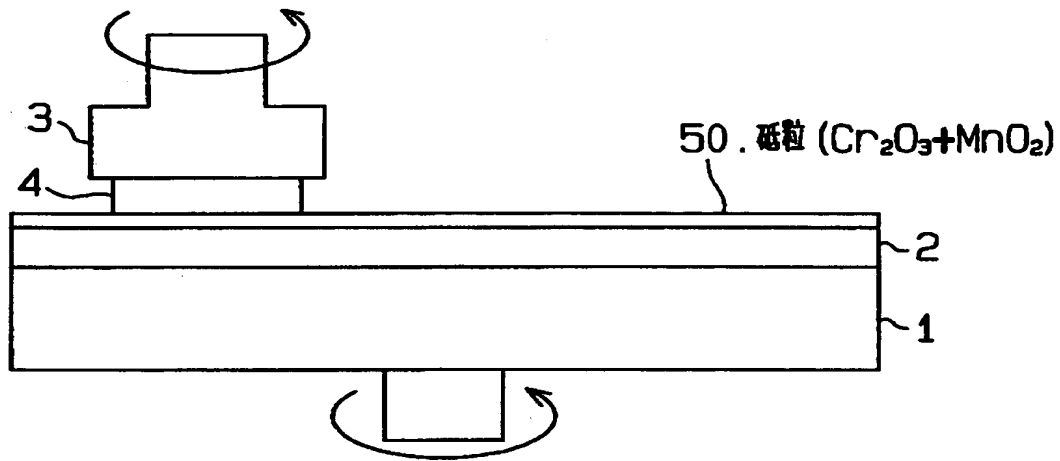
【図 1 2】



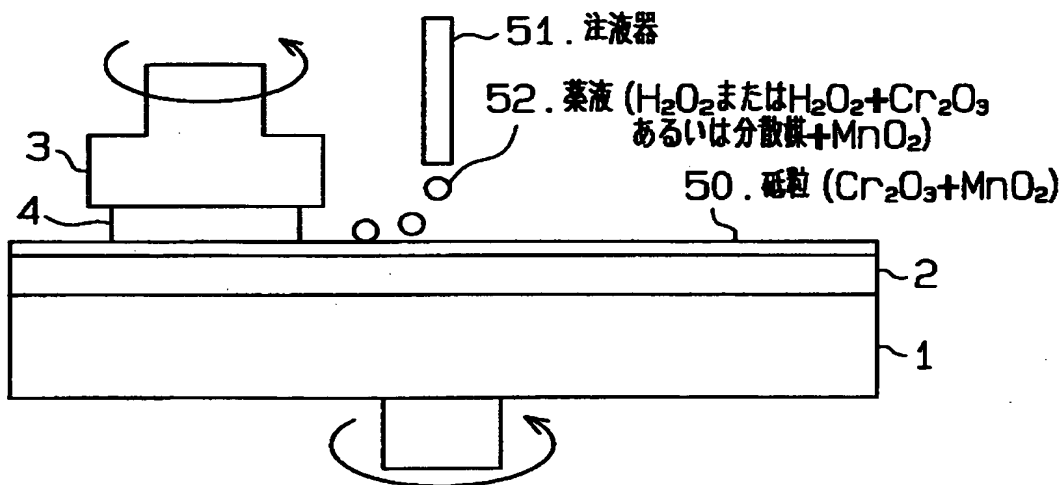
【図 1 3】



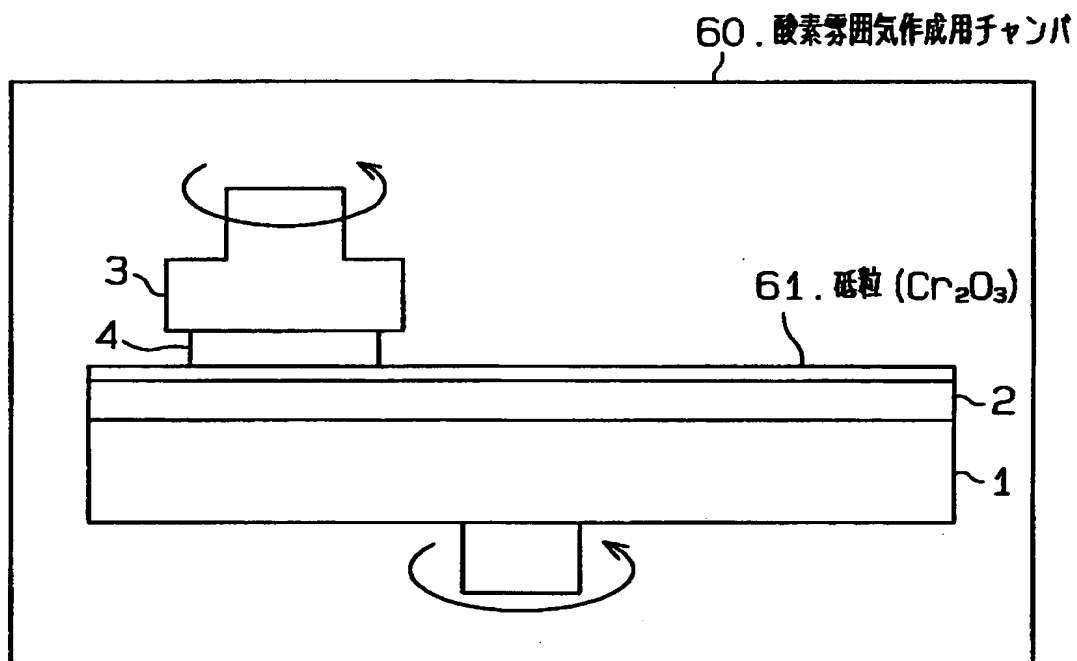
【図 1 4】



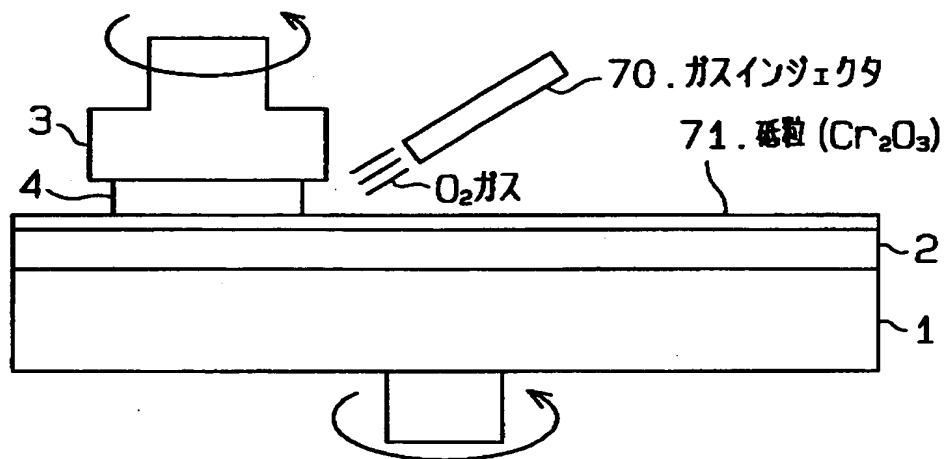
【図 1 5】



【図 1 6】

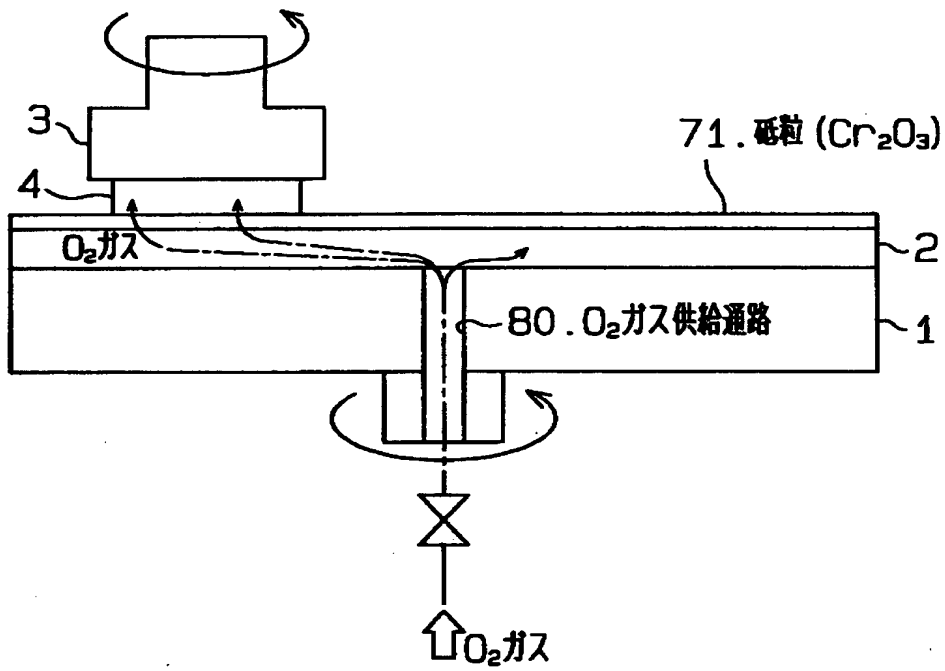


【図 1 7】

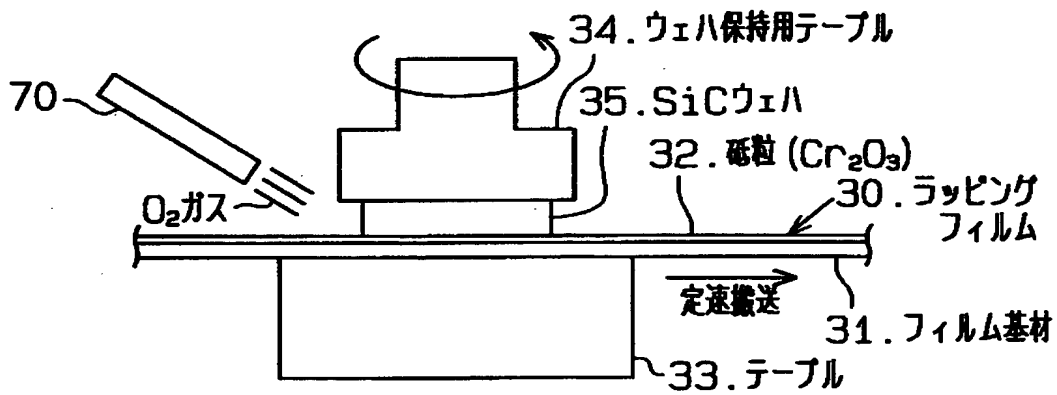




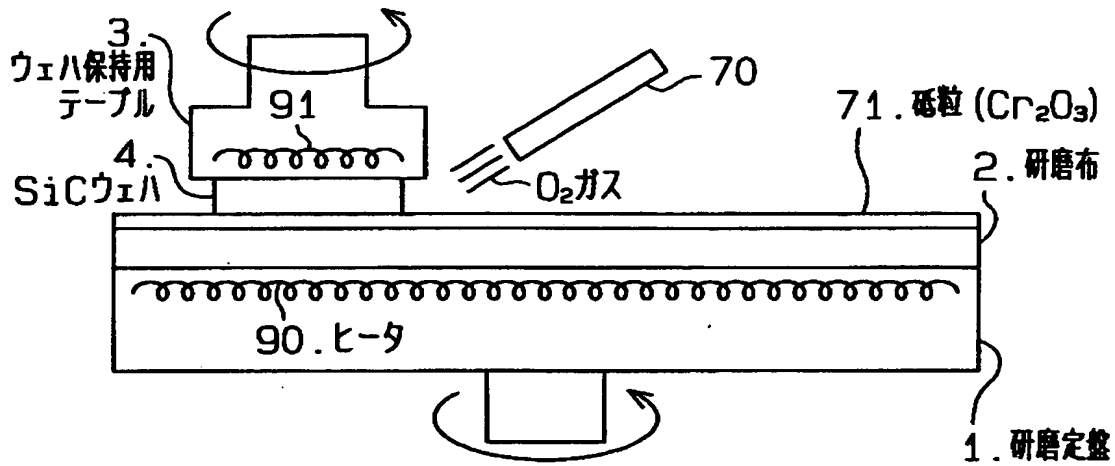
【図 1 8】



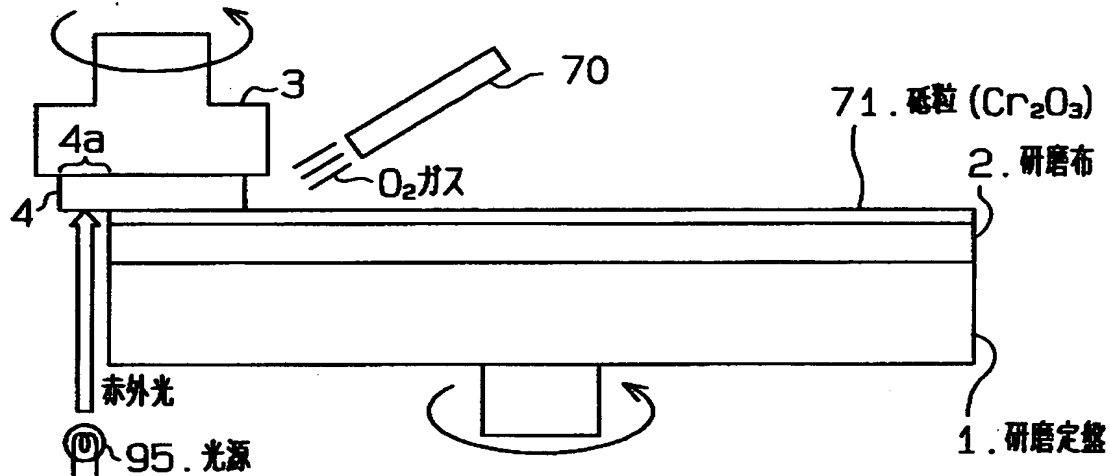
【図 1 9】



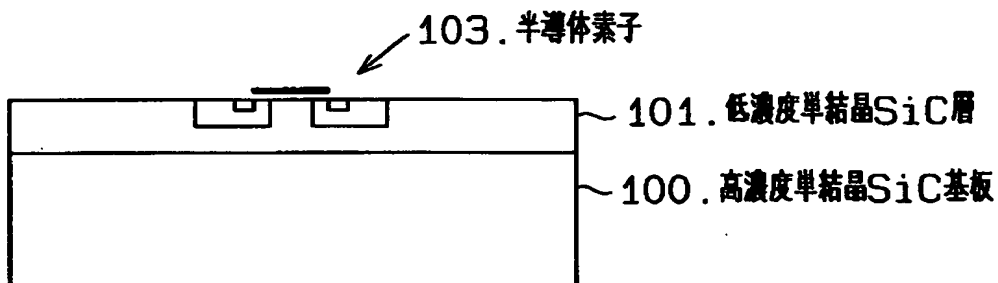
【図 2 0】



【図 2 1】



【図 2 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 S i C などの硬質材料を低い加工圧力でも効率よく研磨することができるメカノケミカル研磨方法及びメカノケミカル研磨装置を提供する。

【解決手段】 研磨定盤 1 には研磨布 2 が貼り付けられている。研磨定盤 1 の上方においてウェハ保持用テーブル 3 が配置され、ウェハ保持用テーブル 3 に S i C ウェハ 4 が保持される。研磨定盤 1 の上方において注液器 5 が設置され、注液器 5 から薬液（過酸化水素水に酸化クロム砥粒を分散させたもの） 6 が研磨布 2 上に滴下される。S i C ウェハ 4 の研磨する面を、研磨定盤 1 に貼り付けられた研磨布 2 に所定の加工圧力で押し付け、ウェハ保持用テーブル 3 と研磨定盤 1 を回転させ、研磨布 2 上に薬液 6 を滴下しながら研磨が行われる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004260]

|          |                 |
|----------|-----------------|
| 1. 変更年月日 | 1996年10月 8日     |
| [変更理由]   | 名称変更            |
| 住 所      | 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 |
| 氏 名      | 株式会社デンソー        |